



№4-2022

ISSN 1999-9429

ИЗВЕСТИЯ ЮФУ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Анализ данных и моделирование
- Алгоритмы обработки информации
- Электроника, связь и навигация

ИЗВЕСТИЯ ЮФУ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ IZVESTIYA SFedU. ENGINEERING SCIENCES

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-28889 от 12.07.2007

Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций

Научно-технический и прикладной журнал

Издается с 1995 года, до середины 2007 года под названием «Известия ТРТУ»

Подписной индекс 41970

№ 4 (228). 2022 г.

Тематический выпуск

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Журнал включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Редакционный совет

Курейчик В.В. (гл. редактор); Кравченко Ю.А. (зам. гл. редактора); Курейчик В.М. (зам. гл. редактора); Бородянский И.М. (ученый секретарь); Абрамов С.М.; Агеев О.А.; Бабенко Л.К.; Боженюк А.В.; Веселов Г.Е.; Гайдук А.Р.; Горбанёва О.И.; Калаяев И.А.; Коноплев Б.Г.; Касьянов А.О.; Левин И.И.; Куповых Г.В.; Лысенко И.Е.; Малоков С.П.; Медведев М.Ю.; Мельник Э.В.; Никитов С.А.; Обуховец В.А.; Панич А.Е.; Петров В.В.; Пшихопов В.Х.; Редько В.Г.; Румянцев К.Е.; Семенихина Д.В.; Сергеев Н.Е.; Стемпковский А.Л.; Сухинов А.И.; Тополов В.Ю.; Турулин И.И.; Угольницкий Г.А.; Усов А.Б.; Федосов В.П.; Цельх А.Н.; Юханов Ю.В.

Учредитель Южный федеральный университет.

Издатель Южный федеральный университет.

Ответственный за выпуск Курейчик В.В.

Технический редактор Ярошевич Н.В.

Оригинал-макет выполнен Ярошевич Н.В.

Дата выхода в свет .10.2022 г. Формат 70×108 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.

Офсетная печать. Усл. печ. л. – 22,3. Уч.-изд. л. – 19,7.

Заказ № . Тираж 250 экз.

Адрес издателя: 344091, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1. Тел. 8(863)2478051.

Адрес типографии: Отпечатано в отделе полиграфической, корпоративной и сувенирной продукции Издательско-полиграфического комплекса КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ. 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, тел (863) 247-80-51.

Адрес редакции: 347922, г. Таганрог, ул. Чехова, 22, ЮФУ, тел. +7 (928) 909-57-82, e-mail: iborodyanskiy@sfedu.ru, <http://izv-tn.tti.sfedu.ru/>.

16+

Цена свободная

ISSN 1999-9429 (Print)

ISSN 2311-3103 (Online)

© Южный федеральный университет, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. АНАЛИЗ ДАННЫХ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

П.А. Воронин, А.М. Белевцев, Ф.Г. Садреев МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И ВЫБОРА PLM-СИСТЕМ ПРИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	6
Е.М. Герасименко, В.В. Курейчик, С.И. Родзин, А.П. Кухаренко ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ОБ ЭВАКУАЦИИ ПРИ НАВОДНЕНИИ.....	15
Э.В. Кулинев, А.В. Котельва, М.М. Семенова, С.В. Игнатьева, А.П. Кухаренко ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА	29
Д.В. Загуменнов, В.В. Мкртчян ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ СХЕМ ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНОГО ШИФРОВАНИЯ С АЛГЕБРОГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ КОДАМИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ.....	40
А.К. Мельников, И.И. Левин, А.И. Дордопуло, Л.М. Сластен ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ТОЧНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ЗНАЧЕНИЙ СТАТИСТИК	50
К.Е. Румянцев, П.Д. Миронова, Шакир Хайдер Хуссейн ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧА НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА B92.....	63
А.С. Черепанцев ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЕРЕХОДНОГО РЕЖИМА В ДИССИПАТИВНОЙ КЛЕТОЧНОЙ МОДЕЛИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ	77
В.А. Павский, К.В. Павский ОЦЕНКА ОСУЩЕСТВИМОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПРИ ГРУППОВОМ ОБСЛУЖИВАНИИ.....	95
И.Д. Русаловский, Л.К. Бабенко, О.Б. Макаревич РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ГОМОМОРФНОГО ДЕЛЕНИЯ	103

РАЗДЕЛ II. АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

О.Б. Лебедев, А.А. Жиглатый БИОИНСПИРИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИНВАРИАНТНЫХ ГРАФОВЫХ ЗАДАЧ	113
В.В. Бова, Ю.А. Кравченко, С.И. Родзин МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ (ОБЗОР).....	122
Б.К. Лебедев, О.Б. Лебедев, Е.О. Лебедева ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОПУЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ.....	143
Т.Н. Кондратьева, Е.Р. Мунтян, И.Ф. Развеева РЕАЛИЗАЦИЯ ТОРГОВОГО СОВЕТНИКА ДЛЯ МУЛЬТИРЫНОЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ METATRADER 5	157
И.И. Турулин, Аль-Карави Хуссейн Шукор Мукер МЕТОДИКА И АЛГОРИТМ СИНТЕЗА УПРАВЛЯЕМЫХ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ ЧЕБЫШЕВА I РОДА НИЖНИХ ЧАСТОТ НА БАЗЕ МЕТОДА БИЛИНЕЙНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	170

А.А. Чусов, М.А. Копаева АЛГОРИТМ ПОТОКОВОЙ КОМПРЕССИИ ДАННЫХ С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАПЯТОЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАУЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ	182
В.А. Частикова, С.А. Жерлицын НЕЙРОСЕТЕВАЯ МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО РИСУНКУ ВЕН ЛАДОНИ	192
К.Н. Алексеев, Д.А. Сорокин, А.Л. Леонтьев МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ ПРИ ВЫСОКОЙ УТИЛИЗАЦИИ РЕСУРСОВ ПЛИС	200

РАЗДЕЛ III. ЭЛЕКТРОНИКА, СВЯЗЬ И НАВИГАЦИЯ

Н.М. Богатов, В.С. Володин, Л.Р. Григорьян, А.И. Коваленко, М.С. Коваленко ИМПУЛЬСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЕМНИЕВЫХ СТРУКТУР С N-P ПЕРЕХОДОМ, ОБЛУЧЕННЫХ ПРОТОНАМИ	213
Р.Р. Ибадов, В.П. Федосов, С.Р. Ибадов АНАЛИЗ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В РЕЖИМЕ ДОПЛЕРОВСКОГО ОБУЖЕНИЯ ЛУЧА	222
П.В. Луферчик, А.А. Комаров, П.В. Штро, А.Н. Конев РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ OFDM ДЛЯ ТРОПОСФЕРНОГО И РАДИОРЕЛЕЙНОГО КАНАЛА	231
П.В. Луферчик, П.В. Штро, А.Н. Конев, А.А. Комаров РАЗРАБОТКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ В ТРОПОСФЕРНОМ РАДИОКАНАЛЕ НА БАЗЕ OFDM-СИГНАЛОВ	238
О.В. Белоусова, Г.В. Куповых, А.Г. Клово, В.В. Гривцов РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ТУРБУЛЕНТНОГО ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ	245

CONTENT

SECTION I. DATA ANALYSIS AND MODELING

P.A. Voronin, A.M. Belevtsev, F.G. Sadreev METHODOLOGY FOR EVALUATION AND SELECTION OF PLM-SYSTEMS IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE	6
E.M. Gerasimenko, V.V. Kureichik, S.I. Rodzin, A.P. Kukhareno APPLICATION OF FUZZY LOGIC FOR MAKING DECISIONS ABOUT EVACUATION IN CASE OF FLOODING	16
E.V. Kuliev, A.V. Kotelva, M.M. Semenova, S.V. Ignateva, A.P. Kukhareno INTELLIGENT DATA ANALYSIS IN ENTERPRISE MANAGEMENT BASED ON THE ANNEALING SIMULATION ALGORITHM.....	30
D.V. Zagumenov, V.V. Mkrtichyan EXPERIMENTAL STUDY OF THE RELIABILITY OF BROADCAST ENCRYPTION SCHEMES WITH LOW-POWER ALGEBRAIC GEOMETRIC CODES	40
A.K. Melnikov, I.L. Levin, A.I. Dordopulo, L.M. Slasten ANALYSIS OF ADVANCED COMPUTER TECHNOLOGIES FOR CALCULATION OF EXACT APPROXIMATIONS OF STATISTICS PROBABILITY DISTRIBUTIONS	51
K.E. Rumyantsev, P.D. Mironova, Shakir Hayder Hussein EVALUATION OF THE FUNCTIONAL ELEMENTS INFLUENCE ON THE PARAMETERS OF THE QKD SYSTEM BASED ON B92 PROTOCOL	63
A.S. Cherepantsev THE TRANSIENT REGIME PATTERNS IN THE DISSIPATIVE CELL MODEL OF EARTHQUAKES	77
V.A. Pavsky, K.V. Pavsky ESTIMATION OF REALIZABILITY OF SOLVING TASKS ON COMPUTER SYSTEMS IN GROUP MAINTENANCE	95
I.D. Rusalovsky, L.K. Babenko, O.B. Makarevich DEVELOPMENT OF HOMOMORPHIC DIVISION METHODS.....	104

SECTION II. INFORMATION PROCESSING ALGORITHMS

O.B. Lebedev, A.A. Zhiglatiy BIOINSPIRED ALGORITHM FOR SOLVING INVARIANT GRAPH PROBLEMS..	113
V.V. Bova, Y.A. Kravchenko, S.I. Rodzin METHODS AND ALGORITHMS FOR TEXT DATA CLUSTERING (REVIEW).....	122
B.K. Lebedev, O.B. Lebedev, E.O. Lebedeva EVOLUTIONARY POPULATION METHOD FOR SOLVING THE TRANSPORT PROBLEM.....	144
T.N. Kondratieva, E.R. Muntyan, I.F. Razveeva IMPLEMENTATION OF A TRADING ADVISOR FOR THE METATRADER 5 MULTI-MARKET PLATFORM.....	158
I.I. Turulin, Al-Karawi Hussein Shakor Mogheer METHOD AND ALGORITHM FOR SYNTHESIS OF CONTROLLED CHEBYSHEV DIGITAL FILTERS OF THE FIRST KIND OF LOW FREQUENCIES BASED ON THE BILINEAR TRANSFORMATION METHOD	170
A.A. Chusov, M.A. Kopaeva ALGORITHM FOR COMPRESSION OF FLOATING-POINT DATA IN SCIENTIFIC RESEARCH SUPPORT SYSTEMS	183
V.A. Chastikova, S.A. Zherlitsyn DEVELOPMENT OF A METHOD FOR PERSONAL IDENTIFICATION BASED ON THE PATTERN OF PALM VEINS.....	193
K.N. Alekseyev, D.A. Sorokin, A.L. Leontyev METHODOLOGY OF TOPOLOGICAL RESTRICTIONS FOR INTENSIVELY USED FPGA RESOURCE	201

SECTION III. ELECTRONICS, COMMUNICATIONS AND NAVIGATION

**N.M. Bogatov, V.S. Volodin, L.R. Grigoryan, A.I. Kovalenko,
M.S. Kovalenko**

IMPULSE CHARACTERISTICS OF SILICON STRUCTURES WITH N-P JUNCTION IRRADIATED BY PROTONS.....	213
R.R. Ibadov, V.P. Fedosov, S.R. Ibadov ANALYSIS OF UNDERLYING SURFACE IN IMAGE FORMATION IN DOPPLER BEAM SHARPENING MODE.....	222
P.V. Lufurchik, A.A. Komarov, P.V. Shtro, A.N. Konev DEVELOPMENT OF ADAPTIVE OFDM-BASED COMMUNICATION SYSTEM FOR TROPOSPHERE AND RADIO RELAY CHANNEL	231
P.V. Lufurchik, P.V. Shtro, A.N. Konev, A.A. Komarov DEVELOPMENT OF ENERGY EFFICIENT COMMUNICATION SYSTEM IN THE TROPOSPHERE RADIO CHANNEL BASED ON OFDM SIGNALS.....	239
O.V. Belousova, G.V. Kupovykh, A.G. Klovo, V.V. Gritsov MODELING RESULTS OF THE TURBULENT SURFACE LAYER ELECTRODYNAMIC STRUCTURE	245